



---

**Universidad de Valladolid**

# FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

*GRADO EN FISIOTERAPIA*

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TRATAMIENTO MEDIANTE TRABAJO EXCÉNTRICO  
EN ROTURAS DE ISQUIOTIBIALES EN CORREDORES.  
UNA REVISION BIBLIOGRÁFICA

Presentado por: Serafín Pérez Mate

Tutora: Leonor Pérez Ruiz

Soria, 04 de Julio de 2023



## Resumen

**Introducción:** Las roturas parciales de isquiotibiales son una de las principales causas de interrupción temporal o definitiva de la actividad física. Su mecanismo lesional más común se produce en carreras de alta velocidad y por sobre estiramiento. Se cree que el trabajo excéntrico, junto con una progresión adaptada a la carrera y en combinación con otras técnicas de rehabilitación, puede devolver a los deportistas a su actividad de una forma más rápida y prevenir una posible recaída tras la vuelta al deporte.

**Objetivos:** Determinar, por medio de la evidencia científica existente, el tratamiento mediante trabajo excéntrico de las roturas musculares parciales de isquiotibiales en corredores y su validez como método de rehabilitación de manera precoz para la vuelta a la práctica deportiva. Además, analizar si este tipo de rehabilitación disminuye el riesgo de sufrir una nueva lesión.

**Metodología:** Se seleccionaron estudios que realizasen un protocolo de rehabilitación de la región isquiotibial mediante trabajo excéntrico en corredores. La estrategia de búsqueda se llevó a cabo con términos MeSH y términos libres, unidos mediante operadores booleanos (OR, AND y/o NOT) en las bases de datos Medline, PEDro, Biblioteca Cochrane, Scielo, Scopus y Science Direct.

**Resultados:** Los participantes que en los estudios recibieron un protocolo de rehabilitación mediante trabajo excéntrico, consiguieron periodos de recuperación más cortos que los que tomaron parte en protocolos de rehabilitación convencionales. Los participantes de estos estudios lograron una mejora de la musculatura flexora de la rodilla tanto excéntrica como isométrica, sobre todo de la cabeza larga del bíceps femoral.

**Conclusión:** El trabajo excéntrico es una herramienta útil en la recuperación de las roturas parciales de isquiotibiales, se puede emplear de manera precoz y en combinación con otras técnicas para acelerar el proceso de vuelta a la práctica deportiva. Este tipo de trabajo ha demostrado ser eficaz evitando las recidivas de este tipo de lesiones. El fin es obtener el método más eficaz para un mejor restablecimiento y en el menor tiempo posible.

**Palabras clave:** Lesión, isquiotibiales, excéntricos y corredores

## **Abstract**

**Introduction:** Partial hamstring tears are one of the main causes of temporary or definitive interruption of physical activity. Their most common injury mechanism occurs in high-speed running and over-stretching. It is believed that eccentric work, in combination with an adapted running progression and together with other rehabilitation techniques, can return athletes to activity more quickly and prevent a possible relapse after a return to sport.

**Objectives:** To determine, through the existing scientific evidence, the treatment by eccentric work of partial hamstring muscle ruptures in runners and its validity as a method for early rehabilitation to return to sports practice. In addition, to analyze whether this type of rehabilitation decreases the risk of re-injury.

**Methodology:** We selected studies that performed a rehabilitation protocol of the hamstring region through eccentric work in runners. The search strategy was carried out with MeSH terms and free terms, linked by Boolean operators (OR, AND and/or NOT) in the databases Medline, PEDro, Cochrane Library, Scielo, Scopus and Science Direct.

**Results:** Those participants in the studies who received a rehabilitation protocol using eccentric work, achieving shorter recovery periods than in conventional rehabilitation protocols. Participants in these studies achieved an improvement in both eccentric and isometric knee flexor musculature, especially the long head of the biceps femoris.

**Conclusion:** Eccentric work is a useful tool in the recovery of partial hamstring tears. It can be used early and in combination with other techniques to accelerate the process of returning to sports practice. This type of work has shown to be effective in preventing the recurrence of this type of lesions. The aim is to obtain the most effective method for the best recovery in the shortest possible time.

**Keywords:** Injury, hamstring, eccentric and runners.

## Índice

1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	5
3. Objetivos.....	5
4. Metodología .....	6
4.1. Diseño .....	6
4.2. Estrategia de búsqueda .....	6
4.3. Criterios de selección.....	7
5. Resultados.....	7
5.1. Selección de estudios .....	7
5.2. Calidad metodológica (escala PEDro y Escala CASPe) .....	8
5.3. Características de los participantes e intervenciones .....	9
5.4. Evaluación de los resultados .....	10
6. Discusión .....	11
7. Fortalezas y limitaciones .....	15
8. Conclusiones .....	15
9. Bibliografía .....	16
10. Anexo .....	19

## Índice de tablas

Tabla 1. Tabla PICO.....	6
Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión. ....	7
Tabla 3. Escala PEDro para evaluar los artículos metodológicamente seleccionados para esta revisión. ....	9
Tabla 4. Escala CASPe para evaluar los artículos metodológicamente seleccionados para esta revisión. ....	9
Tabla 5. Búsqueda de estudios.....	19
Tabla 6. Características de las intervenciones mediante la rehabilitación de isquiotibiales mediante trabajo excéntrico realizadas en los estudios de esta revisión. ....	20
Tabla 7. Resumen de los artículos que se han incluido en la revisión. ....	25

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de estudios para la revisión bibliográfica (PRISMA). 8	
Figura 2. Gráfico de resultados. Fuente: elaboración propia.....	10
Figura 3. Gráfico del comienzo de la rehabilitación de cada protocolo. Fuente: elaboración propia. ....	13

## Glosario de siglas

**BF:** Bíceps femoral

**CASPe:** Critical Appraisal Skills Programme Español (Programa de Habilidades de Lectura Crítica Español)

**NHE:** Ejercicio nórdico de isquiotibiales

**PEDro:** Physiotherapy Evidence Database (Base de datos de Fisioterapia basada en la evidencia)

**PRISMA:** Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (Elementos de Información Preferidos para las Revisiones Sistemáticas y los Meta-Análisis)

**RM:** Resonancia magnética

**SM:** Semimembranoso

**ST:** Semitendinoso

## 1. Introducción

La lesión de la musculatura isquiotibial es muy frecuente en el mundo deportivo, pudiendo afectar a cualquier persona sin necesidad de que sea una persona activa en su vida diaria (1–11). La rotura parcial de isquiotibiales produce una interrupción de la actividad deportiva, siendo muy común en diferentes deportes que sufren su aparición como es el caso del atletismo, el fútbol europeo, americano y gaélico, el rugby, el béisbol y el cricket. Esto obliga a los deportistas a interrumpir su actividad deportiva cortando su progresión (2,10). En concreto, podemos encontrarla sobre todo en deportistas que realizan carreras de alta velocidad o que en la práctica de su deporte dan patadas provocando un sobre estiramiento (4,6,12–15). Como dificultad añadida, esta clase de lesión tiene propensión a volver a reproducirse con mucha frecuencia, por lo que es preciso elegir el mejor método de rehabilitación para evitar esta clase de recidivas (2,6,12).

Las roturas totales de isquiotibiales solo pueden tratarse mediante un proceso quirúrgico. Sin embargo, las distensiones de isquiotibiales, también conocidas como roturas parciales de isquiotibiales o desgarros, no tienen definido cuál es el mejor método llevar a cabo su recuperación.

En el presente estudio nos hemos centrado en los corredores, debido a que tienen gran tendencia a sufrir esta lesión. Aunque no existe un protocolo bien definido de cómo rehabilitar este tipo de lesión, el método más empleado, según la evidencia científica, es el trabajo excéntrico de la musculatura isquiotibial, en combinación con otras técnicas que pueden aportar un beneficio en la recuperación temprana (1,2,12).

Existe una amplia bibliografía relativa a estudios en otros deportes como el fútbol, el rugby, el fútbol gaélico y el cricket, sin embargo, se han llevado a cabo muy pocos estudios en corredores, estando los métodos de rehabilitación poco actualizados.

Con el fin de identificar el mejor momento para introducir el trabajo excéntrico de la musculatura isquiotibial en la rehabilitación, pretendemos profundizar en la escasa bibliografía existente para conocer los diferentes tiempos necesarios de rehabilitación, los métodos y las técnicas que pueden emplearse en combinación con el trabajo excéntrico.

### 1.1. Anatomía

La musculatura isquiotibial, o músculo isquiotibial, es la agrupación de varios músculos que se originan en su conjunto en el isquion o tuberosidad isquiática y se insertan en la pierna, ya sea en los cóndilos de la tibia o en la cabeza del peroné, dependiendo del músculo. Todos ellos son biarticulares, exceptuando la cabeza corta del bíceps femoral. Están colocados de la siguiente manera, el bíceps femoral se situará en la parte más externa del músculo; en la parte interna están el semitendinoso, superficialmente, y debajo de éste, más internamente, el semimembranoso (1,2,16,17).

- Bíceps femoral (BF): se sitúa en la zona posterior y externa del muslo. Este músculo es el más voluminoso de todo el grupo muscular. Tiene dos cabezas de origen, la cabeza larga originada en la tuberosidad isquiática, y la cabeza corta en la línea áspera del tercio medio del fémur. Ambas irán a insertarse a la cabeza

del peroné, en su apófisis estiloides. Su función sobre la articulación de la cadera será la extensión y estabilización de la pelvis en el plano sagital y, en la articulación de la rodilla, será la flexión y rotación externa.

- Semitendinoso (ST): situado en la parte posterior y medial del muslo, por encima del músculo semimembranoso. Su origen se encuentra en la tuberosidad isquiática y en el ligamento sacro tuberoso. Su inserción será en la tuberosidad tibial, formando parte de la pata de ganso. Su función sobre la articulación de la cadera es la aducción, extensión y estabilización de la pelvis en el plano sagital. En la articulación de la rodilla realiza la flexión y la rotación interna.
- Semimembranoso (SM): se sitúa en la zona posterior e interna del muslo. Este músculo tiene forma delgada, aplanada y es muy tendinoso en su parte superior y más musculoso en su parte inferior. Su origen está en la tuberosidad isquiática y se inserta en la pata de ganso. Su función sobre la articulación de la cadera es la aducción, extensión y estabilización de la pelvis en el plano sagital. Sobre la articulación de la rodilla realiza flexión y rotación interna(2,16,17).

## **1.2. Manifestaciones clínicas**

La musculatura isquiotibial presenta un gran riesgo de lesionarse, ya que cruza las articulaciones de la cadera y la rodilla (17). Esto puede producir que las lesiones se produzcan con mucha más probabilidad en fases de carrera con contracciones excéntricas o en momentos de sobre estiramiento (1,2,17,18).

El BF es el músculo que mayor tensión sufre, el ST es el que soporta mayores velocidades de alargamiento y el SM es el que ejerce mayor fuerza (1,4,18).

Además, el BF se activa durante más tiempo en la fase de aceleración (en el inicio de la carrera) y en el balanceo terminal de la zancada (fase final de la impulsión), momento en el que los isquiotibiales se contraen excéntricamente en su máxima elongación. El SM es el encargado de generar mayor fuerza durante el balanceo, la recuperación de la zancada y la fase de apoyo.

Existe un debate en lo referente al momento más lesivo durante la carrera a máxima velocidad y sobre el momento en el que se producen más lesiones. Pero está claro que a máxima velocidad se producen numerosas lesiones intra musculares o músculo-tendinosas, dando como resultado que el músculo que generalmente se lesiona más sea el BF (1,2,4,10,17,18). Por el contrario, las avulsiones de los tendones proximales suelen producirse durante la contracción excéntrica con la cadera flexionada y la rodilla extendida, provocando la máxima tensión de la musculatura (17).

El dolor aparece de forma repentina manifestándose de forma muy aguda y localizada (1,2,4). Además, puede escucharse un fuerte chasquido o crujido en el momento de producirse la lesión. Esto generalmente ocurre en los propios tendones, sobre todo el proximal (2,4). Por otra parte, aunque poco frecuente, el dolor puede aparecer de forma gradual durante una sesión de entrenamiento o competición, o tras su finalización (1).

En relación a la sintomatología aguda, los deportistas pueden referir incapacidad para generar fuerza, función contráctil disminuida, inflamación, dolor, rango articular disminuido y reducido debido al dolor y a la incapacidad (1,18). También sufren equimosis visibles en la región de la afección o a lo largo de muslo incluso de la rodilla. Esto no tiene por qué ser inmediatamente seguido a la lesión, sino que puede tardar en aparecer. En caso de producirse una rotura total en vez de parcial, el paciente puede flexionar la rodilla y no tener por qué referir dolor, ya que el resto de músculos no están afectados (4).

### **1.3. Tipos de lesiones**

Existen dos mecanismos lesionales, el tipo I y más común, tiene lugar al correr a alta velocidad mientras se produce una contracción excéntrica máxima junto con una elongación. Por el contrario, el tipo 2 tiene lugar por un alargamiento excesivo (un sobre estiramiento) con la cadera en flexión y la rodilla en extensión. Este tipo de lesión es característico de movimientos balísticos, como patadas (2,4).

Una vez producida la lesión, pueden presentar diferentes síntomas en función del grado de la lesión, como pueden ser: la debilidad, la pérdida del rango de movimiento y la gravedad del dolor. Estos síntomas son en el grado 1 o leve, sin pérdida de fuerza o función, pérdida mínima de la unidad estructural muscular e inflamación mínima. En el grado 2, que se caracteriza por desgarros parciales o incompletos, pérdida moderada de la fuerza y posible presencia de edema muscular y hematoma local. Por último, el grado 3 o grave, pueden tener un desgarramiento o rotura muscular completa, provocando una pérdida significativa de la función (4).

### **1.4. Factores de riesgo**

Existen diversos tipos los factores modificables serán aquellos a los que tendremos que prestar especial atención, ya que está en nuestra mano el poder evitar esas lesiones. Estos son, la alteración de la longitud muscular, la disminución de la flexibilidad, el desequilibrio de la fuerza, debilidad y/o inestabilidad, el volumen de ejercicio, el calentamiento insuficiente, la inclinación pélvica anterior, la patología lumbar, el aumento de tensión, la fatiga y una mala rehabilitación en caso de lesión anterior. Por el contrario, los factores no modificables son: la edad, el sexo, la raza, y una lesión previa en la musculatura (2,5,8–11,17–19).

El principal factor de riesgo de sufrir una rotura parcial de isquiotibiales es tener una lesión previa en la musculatura (2,5,8,9,11,12,17,18).

### **1.5. Incidencia**

Este tipo de lesión tiene mucha más incidencia en hombres que en mujeres y está más presente en los atletas profesionales de ascendencia negra africana y caribeña (2).

## **1.6. Tipos de tratamiento**

El tratamiento se realiza en función del tipo de lesión y su grado. Las roturas totales de isquiotibiales, ya sean musculares o tendinosas, o por un arrancamiento por avulsión, tienen como tratamiento la intervención quirúrgica, descartando totalmente el proceso de rehabilitación con trabajo excéntrico. Esto es porque provocan una tensión excesiva en el tendón aumentando el riesgo de relesión (4).

Por otro lado, el tratamiento de roturas parciales de isquiotibiales se puede dividir en tres fases:

Durante la fase 1, el objetivo será la disminución del dolor y del edema, procurando la formación de una buena cicatrización mediante el desarrollo de un buen control neuromuscular a baja velocidad y evitando alargamientos excesivos. El protocolo inicial en la fase aguda incluye el denominado RICE (reposo, hielo, compresión y elevación). Los atletas disminuirán su zancada durante la deambulación, pudiendo requerir de apoyos externos como muletas en caso de lesiones graves. Los ejercicios o movimientos se realizarán en un rango de movimiento limitado y protegido, evitando el estiramiento excesivo de la musculatura lesionada.

En la fase 2, aumentaremos la intensidad y la amplitud de movimiento de los ejercicios, comenzando con resistencias excéntricas y entrenamiento neuromuscular a velocidades más altas.

La fase 3 implicará ejercicios más avanzados de control neuromuscular y fortalecimiento excéntrico, así como ejercicios específicos del deporte. (4,18).

El ejercicio excéntrico más empleado para la rehabilitación y prevención de lesiones es el Nordic Hamstring Exercise (NHE) o ejercicio nórdico de isquiotibiales. En él se realiza una carga natural en la que la persona parte de una posición de rodillas, para ir dejando caer el tronco hacia el suelo gradualmente, extendiendo las rodillas mientras que contrae excéntricamente la musculatura isquiotibial para frenar la caída. Los tobillos deberán ser sujetados para poder realizarlo (1,4,8,18,19).

El trabajo excéntrico es considerado la mejor herramienta en lo referente a la prevención y tratamiento de la musculatura isquiotibial (6,8,11,20), ya que provoca mayores respuestas adaptativas en comparación con el trabajo concéntrico (19). El empleo de dicho trabajo excéntrico, combinado con las contracciones isométricas de manera precoz tras la lesión, ayuda a prevenir la disminución de la fuerza y alteración muscular, sin afectar de forma negativa al tejido de cicatrización (20).

## **1.7. Diagnóstico**

El primer síntoma que nota el deportista es un dolor intenso y agudo que le obliga a cesar la práctica deportiva en el momento (1,2,4)

El examen clínico muestra dolor a la palpación en la musculatura isquiotibial, dolor en la realización del test de elevación pasiva de la pierna recta y dolor al realizar una contracción isométrica durante este test.

Para complementar, se puede realizar un examen neural, para identificar patologías asociadas que puedan causar dolor, como la prueba de caída en sedestación (test de Slump). Para confirmar la lesión, un diagnóstico por imagen puede desempeñar un papel muy importante, para poder pautar el tratamiento más adecuado. La resonancia magnética (RM) es mucho más precisa que la ecografía. No obstante, es mucho más cara y menos accesible. Por el contrario, la ecografía no es tan precisa, pero es mucho más barata y cualquier médico puede realizarla (4).

## **2. Justificación**

Las roturas parciales de isquiotibiales son una de las lesiones más frecuentes en el ámbito deportivo, sobre todo en aquellos deportes que se realizan carreras a alta velocidad. Aunque existen diferentes factores de riesgo que se pueden controlar para evitar que se produzcan, siguen siendo una de las principales causas de interrupción de la actividad física. Este tipo de lesión provoca largos periodos de inactividad en el deportista, aumenta los costes económicos y tiene una gran influencia durante el proceso de recuperación en su salud mental.

A pesar de la existencia de muchos métodos de recuperación, el trabajo excéntrico parece ser el más eficaz, pudiendo realizarse de distintas maneras y en combinación con otras técnicas.

Por este motivo, hemos realizado esta revisión bibliográfica para poder profundizar en el conocimiento de los métodos de rehabilitación, en concreto del trabajo excéntrico y su aplicabilidad, para conseguir una recuperación eficaz y precoz, reduciendo el riesgo de una posible recaída.

## **3. Objetivos**

Los objetivos que se van a seguir durante esta revisión son los siguientes:

### **3.1. Objetivo primario**

Determinar, por medio de la evidencia científica existente, el tratamiento mediante trabajo excéntrico de las roturas musculares parciales de isquiotibiales en corredores y su validez como método de rehabilitación de manera precoz para la vuelta a la práctica deportiva.

### **3.2. Objetivos secundarios**

- Analizar si este método de rehabilitación es efectivo ante las recidivas de este tipo de lesiones
- Examinar qué ejercicios realizados mediante contracciones excéntricas son los más efectivos en el tratamiento de roturas de isquiotibiales en corredores
- Comparar y contrastar los diferentes protocolos de rehabilitación y sus resultados
- Identificar los parámetros más utilizados en la prescripción de ejercicio terapéutico en base a la evidencia científica
- Analizar en qué fase de la carrera se produce la lesión y de qué forma se puede prevenir

## 4. Metodología

### 4.1. Diseño

El desarrollo del presente estudio se ha llevado a cabo mediante una revisión bibliográfica. Para esta revisión se realizó una búsqueda de bibliografía en las bases de datos Medline (Pubmed), PEDro (Physiotherapy Evidence Database), Biblioteca Cochrane, Scielo, Scopus y Science Direct en artículos desde febrero de 2013 hasta abril de 2023.

### 4.2. Estrategia de búsqueda

El origen de la búsqueda se basó en el planteamiento de la pregunta principal de investigación: ¿es eficaz el tratamiento mediante trabajo excéntrico para roturas de isquiotibiales en corredores?

Para la realización de esta revisión se llevó a cabo el esquema PICO (acrónimo para Paciente, Intervención, Comparador y Outcomes o resultados), que partirá de nuestra pregunta (ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Tabla PICO.

Paciente	P: corredores con rotura parcial de la musculatura isquiotibial en los últimos 6 meses
Intervención	I: deberán contener un grupo de intervención basado en el trabajo excéntrico con el fin de establecer la dosis optima
Comparador	C: No se establece comparación con otros tratamientos
Outcomes	O: duración del protocolo desde la lesión hasta el retorno a la práctica deportiva contra otro tipo de protocolos

La estrategia de búsqueda se llevó a cabo con términos MeSH y términos libres, unidos mediante operadores booleanos (OR, AND y/o NOT), con el objetivo de aunar el mayor número de artículos posible que respondan a nuestra pregunta PICO.

Se realizó una búsqueda avanzada en las bases de datos nombradas anteriormente (Medline, PEDro, Biblioteca Cochrane, Scielo, Scopus y Science Direct) revisando con atención los apartados de bibliografía de los artículos incluidos para tratar de identificar otros estudios que fueran de utilidad. Para delimitar la búsqueda se filtraron los artículos publicados en español e inglés y de acceso libre.

Para establecer la estrategia de búsqueda, nos basamos en cinco palabras clave: en español, *lesión, isquiotibiales, excéntricos, corredores y atletas* y en inglés: *hamstring, injury, eccentric, running and atheles*. La búsqueda se ha incluido en el anexo I (ver Tabla 5).

### 4.3. Criterios de selección

Los criterios de inclusión y exclusión que se han empleado para la selección de los artículos se incluyen en la tabla 2.

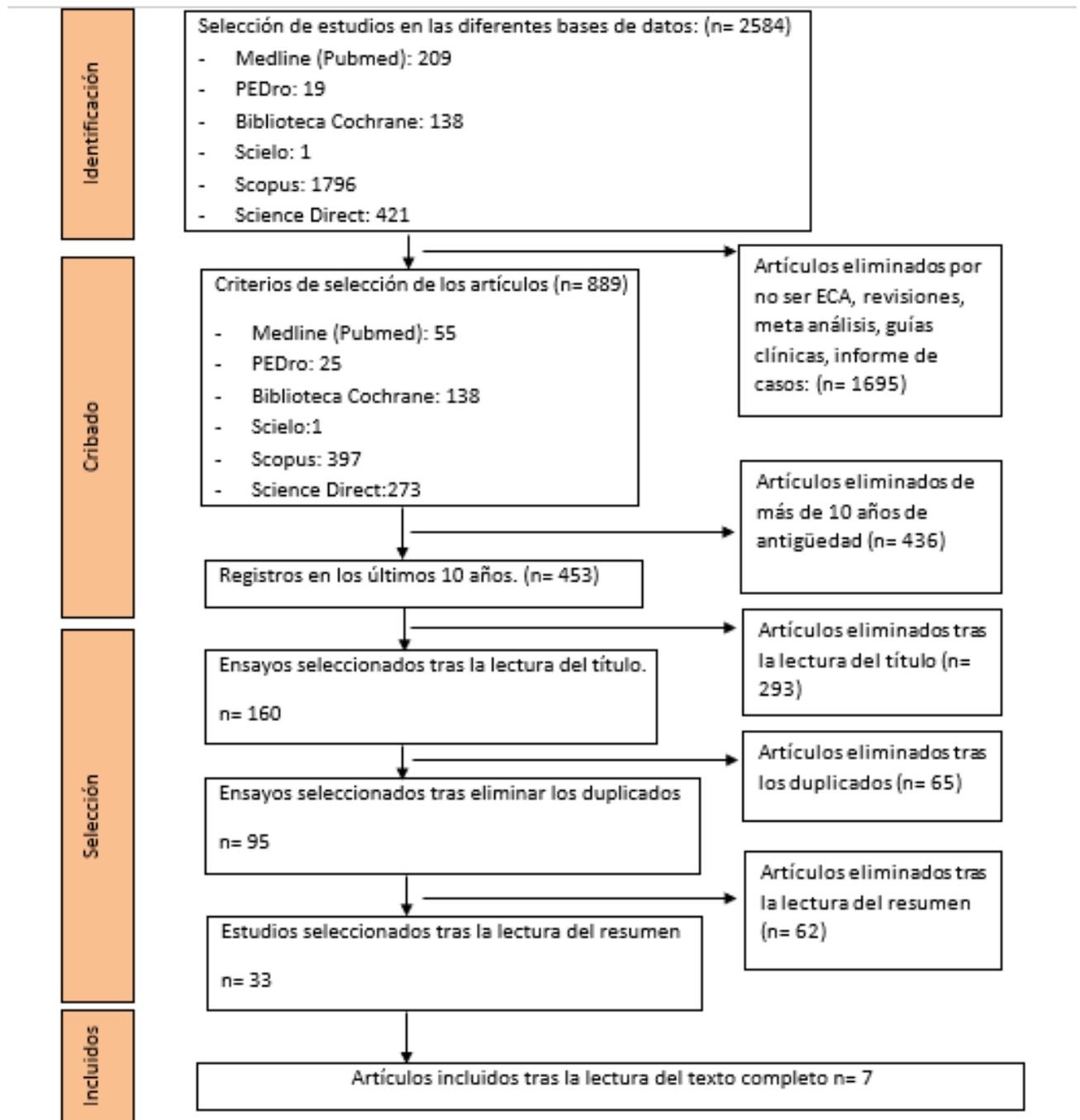
**Tabla 2.** Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Publicaciones realizadas en los últimos 10 años desde febrero de 2013 hasta abril de 2023.	Publicaciones que no estén en inglés o castellano.
Ensayos clínicos aleatorizados, controlados, revisiones sistemáticas, revisiones bibliográficas, metaanálisis, estudios de cohortes, estudios de casos y guías clínicas.	Artículos cuyo objetivo no sea la readaptación mediante trabajos excéntricos.
Rehabilitación mediante trabajo excéntrico.	Población de corredores que no tengan una lesión previa en la musculatura isquiotibial en los últimos 6 meses.
Corredores que sufren un dolor agudo en la parte posterior del muslo mientras realizan una actividad deportiva y les obliga a interrumpirla.	Estudios que no estén centrados en la rehabilitación de la región isquiotibial.
Trabajos en los que al menos un grupo tenga un protocolo de rehabilitación basado en el trabajo excéntrico.	Corredores cuyo mecanismo lesional fuese diferente a una rotura de la musculatura isquiotibial de alargamiento por sprint o por sobre estiramiento.
Roturas parciales de la musculatura isquiotibial.	Roturas totales de la musculatura isquiotibial, arrancamientos del tendón, tendinopatías.

## 5. Resultados

### 5.1. Selección de estudios

Tras realizar la búsqueda en las diferentes bases de datos obtuvimos un total de 2584 artículos (n= 209 en Medline, n= 19 en PEDro, n= 138 en Cochrane, n= 1 en Scielo, n= 1796 en Scopus y n= 421 en Science Direct). Una vez aplicados los filtros de exclusión descendió el número de artículos a 453 para la lectura del título. Una vez leído el título y eliminado los duplicados el total de los artículos descendió a 95. En la siguiente fase en la lectura del resumen obtuvimos se descartaron los artículos que no se ajustaban al tema obteniendo un total de 33 artículos. Con la lectura de estos 33 artículos, finalmente se seleccionaron 7 artículos que cumplen todos los criterios de inclusión y exclusión establecidos para esta investigación, para la extracción de resultados (ver Figura 1).



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la selección de estudios para la revisión bibliográfica (PRISMA).

## 5.2. Calidad metodológica (escala PEDro y Escala CASPe)

Los estudios incluidos en este trabajo han obtenido los requisitos mínimos de calidad metodológica, con una puntuación superior o igual a seis. Las puntuaciones variaron entre 5 y 11 en la escala PEDro (21) (ver tabla 3) y entre 7 y 11 en la escala CASPe (22) (ver tabla 4). Todos los artículos tienen una calidad igual o superior a “buena”, por lo que todos fueron admitidos por alcanzar el límite mínimo de calidad.

**Tabla 3.** Escala PEDro para evaluar los artículos metodológicamente seleccionados para esta revisión.

Referencias	Ítems											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Askling CM, et al. 2014, Suecia (12).	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	9
Dembowski S et al. 2013, EEUU (15).	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	5
Hickey et al. 2020, Australia (11).	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10
Hickey et al. 2022, Australia (8).	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	9
Mendiguchia et al. 2017, España (9).	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	10
Silder A et al. 2013, EEUU (14).	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Vermulen R et al. 2022, Qatar (6).	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	10

Ítems de la escala de PEDro: 1 = Criterios de elegibilidad; 2 = Los sujetos se asignaron aleatoriamente a los grupos; 3 = Se ocultó la asignación; 4 = Los grupos eran similares al inicio del estudio; 5 = Se cegó a los participantes; 6 = Se cegó al terapeuta que administraba la terapia; 7 = Se cegó a los evaluadores que midieron al menos un resultado clave; 8 = Se obtuvieron medidas de al menos un resultado clase del 85% de los participantes; 9 = Todos los sujetos para los que se dispuso de medidas de resultado recibieron el tratamiento o la condición de control según lo asignado; 10 = Comparación estadística entre grupos; y 11 = Medidas puntuales y de variabilidad.  
1= criterio cumplido. 0= criterio no cumplido

**Tabla 4.** Escala CASPe para evaluar los artículos metodológicamente seleccionados para esta revisión.

Referencias	Ítems											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Askling CM, et al. 2014, Suecia (12).	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Dembowski S et al. 2013, EEUU (15).	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	7
Hickey et al. 2020, Australia (11).	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10
Hickey et al. 2022, Australia (8).	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10
Mendiguchia et al. 2017, España (9).	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Silder A et al. 2013, EEUU (14).	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	9
Vermulen R et al. 2022, Qatar (6).	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	9

Ítems del cuestionario CASPe: 1 = Pregunta claramente definida; 2 = Asignación aleatoria; 3 = Pacientes considerados hasta el final; 4 = Cegamiento; 5 = Grupos similares al comienzo; 6 = Grupos tratados de igual modo; 7 = Gran efecto del tratamiento; 8 = Precisión del efecto; 9 = Aplicabilidad a tu medio o población local; 10 = En cuenta todos los resultados; 11 = Beneficios justifican riesgos y costes.  
1= criterio cumplido. 0= criterio no cumplido

### 5.3. Características de los participantes e intervenciones

Las características de todas estas intervenciones se incluyen en la tabla 5 (Anexo I). En ella se incluyen los siguientes datos: autor, año y país; tipo de diagnóstico/tipo de lesión; frecuencia (días/semana); ejercicios, volumen e intensidad; supervisión.

Entre los siete artículos que se han analizado en esta revisión bibliográfica tenemos un total de 315 participantes, dependiendo del estudio sus edades comprendían entre los 16 y 46 años. La muestra estaba compuesta totalmente por hombres en cuatro estudios (6,8,9,15),

mientras que estaba formada por hombres y mujeres en los otros tres (11,12,14). En 3 de los 7 artículos la muestra es muy escasa, siendo el más elevado, con 88 participantes, el estudio de Vermulen et al. (6) y, el más reducido, de un único participante el informe de caso de Dembowski et al. (15).

En estos estudios se analizan tratamientos mediante trabajo excéntrico con el fin de obtener un método eficaz para la vuelta a la práctica deportiva de la manera más rápida posible, evitando la recaída del paciente. Cinco estudios emplean dos grupos de intervenciones en los que se comparan diferentes métodos de ejecución (6,8,11,12,14), un estudio con un mismo grupo de rehabilitación para ver los efectos del trabajo excéntrico (8) y un informe de caso que emplea la combinación del trabajo excéntrico con la punción seca (15).

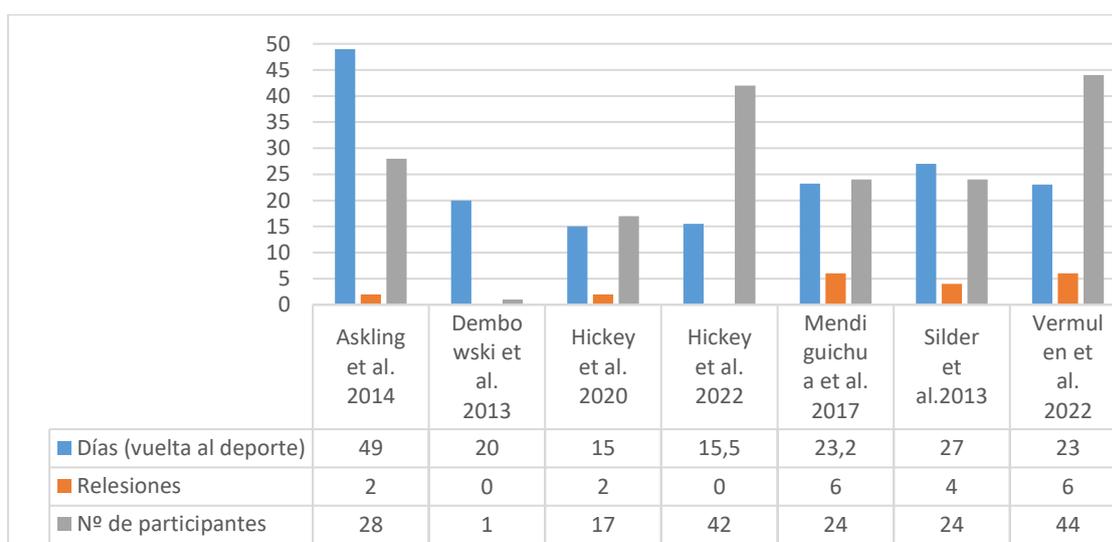
Todos los estudios utilizaron en sus intervenciones el trabajo excéntrico para la rehabilitación de las roturas parciales de la musculatura isquiotibial.

El método de diagnóstico para evaluar la lesión fue muy similar en 3 de ellos, mediante resonancia magnética, examen físico y test de elevación pasiva de la pierna recta (6,12,14), mientras que en el resto se realizaba un examen clínico (8,9,11,15).

#### 5.4. Evaluación de los resultados

En la tabla 6 (Anexo I) se presentan los resultados de los estudios incluidos en esta revisión bibliográfica se incluyen los siguientes datos: autor, año y país; tipo de estudio; muestra (tamaño y características); grupos de intervención (GC/GI); duración (meses); resultados: tiempo de vuelta a la práctica deportiva y si hubo relesiones.

En la figura 2 se detalla el tiempo empleado en la rehabilitación hasta la vuelta al deporte, las relesiones que se produjeron en el proceso de rehabilitación y tras la vuelta a la actividad física en el periodo de seguimiento, y el número de participantes en los protocolos con mejores resultados de vuelta a la actividad física de cada estudio. Pasamos a comentar estos resultados en el apartado de discusión.



**Figura 2.** Gráfico de resultados. Fuente: elaboración propia.

## 6. Discusión

Todos los autores que se han analizado en esta revisión bibliográfica realizan un protocolo de rehabilitación con trabajo excéntrico en corredores (6,8,9,11,12,14,15), coincidiendo con MacDonald et al. (1) en su guía clínica sobre la rehabilitación en atletas de elite, en que el trabajo excéntrico de la musculatura isquiotibial es el más efectivo en el tratamiento de las lesiones de esta musculatura. Independientemente del empleo de diferentes programas o métodos de trabajo de excéntrico, se observa, en todos los protocolos, una mejora en la fuerza isométrica y excéntrica de la musculatura flexora de la rodilla al realizar este tipo de contracciones, acelerando de esta manera la recuperación de la musculatura isquiotibial (6,8,9,11,12,14,15).

Con el fin de determinar qué método de rehabilitación recupera antes a los corredores y tiene menor número de relesiones, procedemos a analizar en esta revisión bibliográfica los diferentes métodos de rehabilitación mediante trabajo excéntrico de las roturas parciales de la musculatura isquiotibial (6,8,9,11,12,14,15).

Los corredores seleccionados en los estudios eran deportistas que realizaban en sus deportes ejercicios a máxima velocidad o saltos (6,8,9,11,12,14,15). Todos los corredores presentaban un grado de lesión entre I-III, refiriendo en el momento de producirse la lesión un dolor agudo en la parte posterior del muslo que les imposibilitaba continuar realizando la práctica deportiva (6,8,9,11,12,14,15).

El mecanismo lesional de todos los participantes de esta revisión bibliográfica se produce en una carrera a máxima velocidad o por sobre estiramiento, pero nunca por un traumatismo o un golpe en la región posterior del muslo (6,8,9,11,12,14,15). La vuelta a los entrenamientos o la competición, en los diferentes deportes, irá en función de la intensidad a la que deben competir. Esto se debe a que, en el atletismo, al contrario que en otros deportes, se tienen mayores exigencias biomecánicas de rendimiento (6). Este tipo de lesión se produjo en competición o en entrenamientos, siendo bastante característico que se produjese al final de entrenamientos de velocidad y en presencia de mucha fatiga o en inicios de carrera de alta intensidad con poco calentamiento (6,8,9,11,12,14,15).

En la bibliografía que hemos revisado, encontramos un factor limitante en uno de los artículos, es el descrito por Dembowski et al. (15), con una muestra de un único participante. La introducción de este informe de caso en esta revisión es debido a los prometedores resultados que tiene en combinación con otra técnica de rehabilitación y su posible aplicación a investigaciones futuras para comprobar si realmente es tan efectivo, aunque siendo sus resultados poco significativos por su escasa muestra.

### 6.1. Protocolo de rehabilitación

La elección del protocolo de rehabilitación más adecuado para una lesión de isquiotibiales es de gran dificultad, ya que el objetivo es reducir al máximo posible la vuelta a la práctica deportiva, sin riesgos de una recaída. Según MacDonald et al. (1), el entrenamiento excéntrico es una de las herramientas más importantes en las roturas parciales de isquiotibiales y su prevención. Por ello, los estudios que hemos empleado en esta revisión, utilizan el trabajo

excéntrico, cuyos protocolos tienen una recaída mínima y unas propuestas muy significativas en cuanto al periodo de vuelta desde los 15 días a los  $49 \pm 26$  días (6,8,9,11,12,14,15). El protocolo con mejores resultados fue el estudio realizado por Hickey et al. (11) con 15 días de recuperación y tan solo 4 recaídas de sus 43 participantes en los 6 meses siguientes tras la reincorporación al deporte.

En 5 de los 7 artículos analizados, los ejercicios empleados para la rehabilitación, o parte de ellos, pertenecen al protocolo de Askling et al. (12). Según Silvers-Granelli et al. (2), los ejercicios de Askling et al. (12) se han popularizado por sus singulares características en sus diferentes fases, teniendo como objetivo aumentar la flexibilidad, combinar la fuerza con la estabilización del tronco y la pelvis, y entrenar específicamente la fuerza de la musculatura isquiotibial lesionada (2). Estos ejercicios realizan un trabajo excéntrico, reflejando una ganancia en el alargamiento muscular y de la fuerza isométrica y excéntrica de la musculatura flexora de la rodilla, sobre todo en la cabeza larga del bíceps femoral (6,8,9,11,12). MacDonald et al. (1) también coincide en que junto con el NHE son los mejores ejercicios para realizar el trabajo excéntrico.

Los protocolos de rehabilitación variaban en su realización de 2 a 5 días por semana. Todos fueron supervisados al menos una vez por semana, para procurar que los ejercicios se realizaran correctamente. Una vez terminada la rehabilitación, se realizaron seguimientos muy variados desde los 4 meses, en el caso de Dembowski et al. (15), hasta los 12 meses de Askling et al. (12) y Vermulen et al. (6). Como bien describe MacDonald et al. (1), para evitar volver a lesionarse, el aumento de la cantidad de entrenamiento y su intensidad deberá ser progresivo, dando el tiempo suficiente a los pacientes a asimilar las cargas de los ejercicios.

En lo referente a la cantidad de trabajo excéntrico, estudios recientes han demostrado que existen mejoras muy similares con un programa de bajo volumen en la ganancia de la fuerza excéntrica y el alargamiento de la cabeza larga del bíceps femoral. Esto consiste en 2 series de 4 repeticiones una vez por semana, en vez de programas de alto volumen que son más tediosos de realizar a la hora de prevenir lesiones (1). La mayoría de nuestros autores, refieren un volumen de unas 3 series y entre 8 y 12 repeticiones por ejercicio (6,8,9,11,12). Por el contrario, otros autores indican el volumen de trabajo mediante un control de tiempo, en segundos o hasta un minuto (14,15), con el objetivo de cargar al máximo posible los isquiotibiales. La cantidad de trabajo que se realiza con los lesionados debe estar controlada, debido a que la fatiga es uno de los principales factores de riesgo de lesión, pudiendo afectar a su recuperación (1).

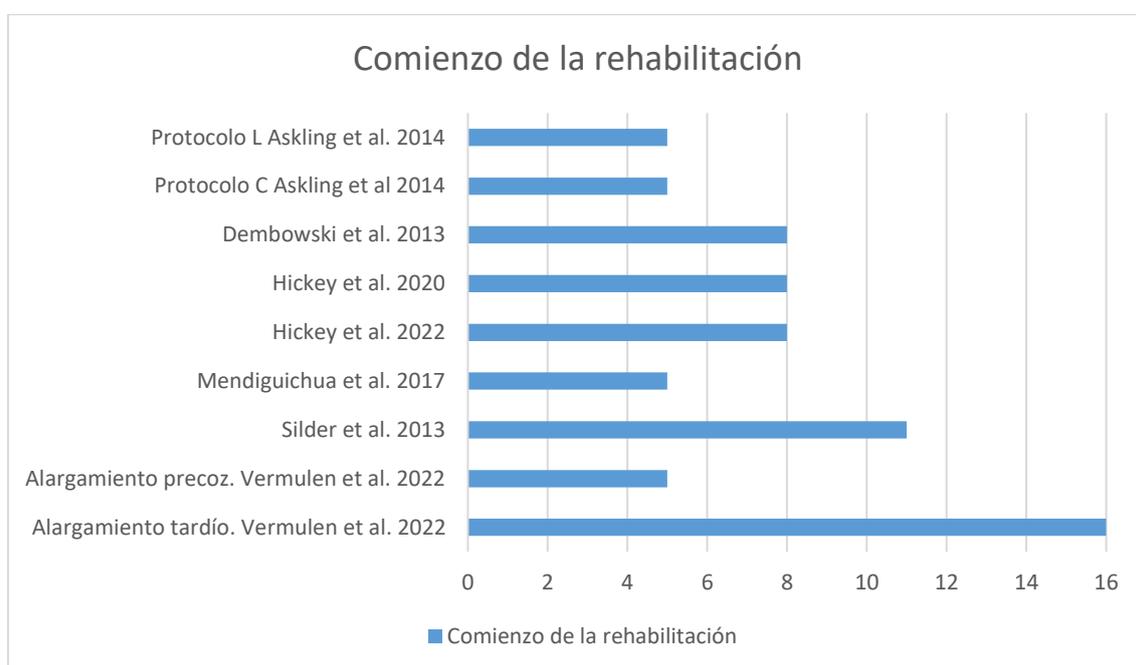
## **6.2. Rehabilitación en presencia de dolor**

En el artículo descrito por Hickey et al. (11) los deportistas que comenzaron antes el protocolo de rehabilitación, aun en presencia de dolor, obtuvieron mejores resultados. Este mismo protocolo fue empleado para el desarrollo de otro estudio con futbolistas en el que se comparaba si era beneficiosa la rehabilitación en presencia de dolor. Estos deportistas podían tener un mínimo de dolor (un 4 en la escala EVA) (11), o solo realizarlo cuando no existiese dolor (11). Sus resultados establecieron que la rehabilitación hasta el umbral del dolor consiguió una mayor recuperación de la fuerza flexora isométrica de la rodilla y un mejor mantenimiento de las longitudes de la cabeza larga del bíceps femoral. Sin embargo, la vuelta a la práctica deportiva

fue muy similar con respecto al grupo que se recuperaba sin la presencia de dolor, no siendo significativos los resultados entre ambos grupos, tan solo 2 días, una mediana de 15 para el grupo con umbral de dolor y de 17 días el umbral sin dolor. En otros artículos como el de Vermulen et al. (6). En el momento en el que el paciente refería dolor paraban la rehabilitación hasta que este se recuperaba de la molestia.

### 6.3. Momento de introducir el trabajo excéntrico en la rehabilitación

En la figura 3 se detalla el tiempo entre el momento de la lesión y el comienzo de la rehabilitación. Los estudios que comenzaban antes sus protocolos de rehabilitación fueron los de Askling et al.(12), el grupo denominado como algoritmo de rehabilitación de Mendiguichia et al.(9) y el grupo de alargamiento precoz de Vermulen et al.(6), comenzando todos a los 5 días, siendo el más tardío de todos, el grupo de alargamiento tardío de Vermulen et al.(6) con 16 días.



**Figura 3.** Gráfico del comienzo de la rehabilitación de cada protocolo. Fuente: elaboración propia.

El estudio de cohortes realizado por Hickey et al. (8), descubrió que la carga excéntrica de alta intensidad se puede introducir de manera segura y prematura en una rehabilitación aun en presencia del dolor. La mayoría de los protocolos de rehabilitación evitan las cargas específicas de la musculatura isquiotibial durante al menos 5 días, limitándose al uso de intensidades submáximas (8).

Para evitar riesgos de lesiones según MacDonald et al. (1), se deben evitar entrenamientos de velocidad máxima tras realizar los protocolos de rehabilitación o incluso al día siguiente en caso de cargas elevadas en el trabajo excéntrico.

#### **6.4. Momento de la vuelta al deporte**

Para que los deportistas volviesen a realizar la actividad física necesitaron la aprobación del equipo médico del estudio. En el caso de 4 estudios (8,9,11,12) se les realizó la prueba de Askling H (12), que según la guía clínica de MacDonald et al.(1), es el método más seguro para asegurar la vuelta al deporte sin riesgos. Está consiste en solicitar una elevación de la pierna recta en decúbito supino lo más rápido y alto posible, sin presentar dolor (se realizan 3 intentos por pierna, primero no lesionada, después lesionada). Si el deportista manifiesta inseguridad en la realización en una escala analógica visual (de 0 a 10) (23), no se le permitía la vuelta inmediata al deporte, sino que prolongaría de 3 a 5 días más su rehabilitación. En los otros 3 casos se les hizo un examen médico y fue este facultativo quien dio su aprobación (6,14,15).

#### **6.5. Asociación con otras técnicas de fisioterapia**

El informe de caso descrito por Dembowski et al. (15) puede tener gran valor de cara a futuros estudios, ya que el deportista analizado en su modalidad específica (salto con pértiga), requiere de una gran velocidad y su recuperación fue en tan solo 20 días. Un aspecto muy importante de este estudio es que este deportista contaba con numerosas recaídas previas en el último año en la pierna que se lesionó. En los 4 meses posteriores al estudio no reflejó ninguna molestia ni recaída más. Se realizaron 3 sesiones de rehabilitación con trabajo excéntrico por semana, combinado con una sesión semanal de punción seca funcional tras la sesión de rehabilitación en áreas focales de disfunción compatibles con puntos gatillo, para disminuir la tensión muscular alrededor de la rotura muscular. Esto nos hace pensar que el protocolo que se realizó puede ser muy efectivo, pudiéndolo extrapolar a otros deportes para comprobar su validez (15).

La punción seca funcional causa una interrupción de las bandas tensas del tejido muscular que están provocando una disfunción en el área de ese tejido. El empleo de esta técnica consigue un rango normalizado del movimiento (24). En el caso de nuestro paciente, una vez se habían localizado las áreas disfuncionales, las agujas se dejaron in situ durante 5 minutos.

#### **6.6. Relesiones**

Tras realizar un seguimiento de los deportistas en su vuelta al deporte, se obtuvieron dos protocolos sin ninguna relesión. Por un lado, el protocolo L descrito por Askling et al. (12), pareció ser el que mejores resultados obtuvo, ya que contaba con 28 participantes y ninguno se volvió a lesionar en 12 meses. Y, por el otro, el estudio de Dembowski et al. (15), cuyo resultado no es significativo por contar con un solo participante, que no se volvió a lesionar en los 4 meses posteriores de seguimiento.

Los protocolos con mayor número de relesiones fueron el protocolo de rehabilitación de Mendiguchia et al. (9), con 6 relesionados de los 24 participantes que los realizaron, y los dos protocolos descritos por Vermulen et al. (6), que de 44 participantes que lo realizaron por cada grupo, se produjeron hasta 12 relesiones, 6 en cada protocolo de alargamiento.

El resto de estudios tenían de 2 a 4 relesiones en muestras de 21 a 24 deportistas (11,14).

En base a lo observado y con el fin de evitar una nueva lesión, debemos realizar una adecuada rehabilitación, será importante incidir en los déficits de fuerza muscular, flexibilidad, estabilidad lumbo pélvica y control neuromuscular, ya que estos condicionantes influyen directamente en la musculatura isquiotibial (18).

## **7. Fortalezas y limitaciones**

Fortalezas:

- Se plantea la posibilidad de elegir un protocolo que se adapte a las capacidades del terapeuta y a las condiciones del paciente.
- En la mayoría de los estudios se hizo una supervisión de los efectos del tratamiento y de las posibles lesiones de manera que se pudo estudiar su eficacia.

Limitaciones:

- Existen muy pocos estudios sobre el grupo muestral al que nos hemos dirigido siendo muy amplio, por el contrario, en otros deportes como el fútbol y el rugby.
- El número de estudios que cumplieron los criterios de inclusión era muy pequeño.
- En alguna de las investigaciones no existía grupo control (8,15).
- Un estudio tenía una muestra muy reducida.
- Son necesarios nuevos estudios, en los que se aúne el mejor método de rehabilitación, tipos de ejercicios con intensidades, duración, y frecuencia para aportar beneficio a los deportistas.

## **8. Conclusiones**

Los resultados obtenidos en los estudios analizados de esta revisión, determinan que la rehabilitación de las roturas parciales de la musculatura isquiotibial mediante trabajo excéntrico, acelera la recuperación en corredores. En comparación con protocolos convencionales mejora significativamente el periodo de recuperación, siendo efectiva la rehabilitación de los pacientes en poco tiempo.

Por otro lado, este tipo de trabajo proporciona mejoras en la musculatura flexora de la rodilla. También ha demostrado ser un método eficaz, al evitar las recidivas de estas lesiones, habiéndose identificado un número muy limitado de casos en los estudios analizados.

En lo referente a los ejercicios más empleados para la recuperación de este tipo de lesiones, la mayoría de estudios aplican los ejercicios descritos por Askling et al.(12), observándose una mejora en sus resultados, si son acompañados de un buen calentamiento y ejercicios de carrera progresivos.

En definitiva, dada la gran incidencia de esta lesión y sus recidivas en el mundo deportivo, sería preciso crear un protocolo de actuación para este tipo de lesión. En el establecimiento de un tratamiento concreto sería importante especificar aún más la dosis de trabajo, en concreto el número de series y repeticiones de los diferentes ejercicios propuestos.

El fin es obtener el método más eficaz para un mejor restablecimiento y en el menor tiempo posible.

## 9. Bibliografía

1. MacDonald B, McAleer S, Kelly S, Chakraverty R, Johnston M, Pollock N. Rehabilitation in elite track and field athletes: Applying the British Athletics Muscle Injury Classification in clinical practice. *Br J Sports Med* [Internet]. 2019 [citado 16 Mar 2023];53(23):1464–73. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31300391/>
2. Silvers-Granelli HJ, Cohen M, Espregueira-Mendes J, Mandelbaum B. Hamstring muscle injury in the athlete: State of the art. *Journal of ISAKOS* [Internet]. 2021 [citado 6 Mar 2023];6(3):170–81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34006581/>
3. Pollock N, James SL, Lee JC, Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: a new grading system. *Br J Sports Med* [Internet]. 2014 [citado 5 Mar 2023];48(18):1347–51. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25031367/>
4. Chu SK, Rho ME. Hamstring Injuries in the Athlete: Diagnosis, Treatment, and Return to Play. *Curr Sports Med Rep* [Internet]. 2016 [citado 10 Mar 2023];15(3):184–90. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5003616/>
5. Maniar N, Shield AJ, Williams MD, Timmins RG, Opar DA. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2016 [citado 5 Apr 2023];50(15):909–20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27075962/>
6. Vermeulen R, Whiteley R, Van Der Made AD, Van Dyk N, Almusa E, Geertsema C, et al. Early versus delayed lengthening exercises for acute hamstring injury in male athletes: a randomised controlled clinical trial. *Br J Sports Med* [Internet]. 2022 [citado 16 Mar 2023];56(14):792–800. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35338036/>
7. Bourne MN, Opar DA, Williams MD, Al Najjar A, Shield AJ, Shield AJ. Activation patterns in the Nordic hamstring exercise: Impact of prior strain injury. *J Med Sci Sports* [Internet]. 2016 [citado 18 May 2023];26:666–74. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.12494>
8. Hickey JT, Rio E, Best TM, Timmins RG, Maniar N, Hickey PF, et al. Early introduction of high-intensity eccentric loading into hamstring strain injury rehabilitation. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2022 [citado 19 May 2023];25(9):732–6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35794049/>
9. Mendiguchia J, Martínez-Ruiz E, Edouard P, Morin JB, Martínez-Martínez F, Idoate F, et al. A Multifactorial, Criteria-based Progressive Algorithm for Hamstring Injury Treatment. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2017 [citado 18 May 2023];49(7):1482–92. Disponible en: [https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2017/07000/A\\_Multifactorial,\\_Criteria\\_based\\_Progressive.25.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2017/07000/A_Multifactorial,_Criteria_based_Progressive.25.aspx)
10. Fyfe JJ, Opar DA, Williams MD, Shield AJ. The role of neuromuscular inhibition in hamstring strain injury recurrence. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2013 Jun [citado 23 May 2023];23(3):523–30. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23402871/>
11. Hickey JT, Timmins RG, Maniar N, Rio E, Hickey PF, Pitcher CA, et al. Pain-Free Versus Pain-Threshold Rehabilitation Following Acute Hamstring Strain Injury: A Randomized

- Controlled Trial. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2020 [citado 19 May 2023];50(2):91–103. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32005093/>
12. Askling CM, Tengvar M, Tarassova O, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite sprinters and jumpers: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med* [Internet]. 2014 [citado 2 Apr 2023];48(7):532–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24620041/>
  13. Jönhagen S, Nemeth G, Eriksson E. Hamstring Injuries in Sprinters: The Role of Concentric and Eccentric Hamstring Muscle Strength and Flexibility. *Am J Sports Med* [Internet]. 1994 [citado 25 Apr 2023];22(2):262–6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8198197/>
  14. Silder A, Sherry MA, Sanfilippo J, Tuite MJ, Hetzel SJ, Heiderscheit BC. Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: A randomized clinical trial. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [Internet]. 2013 [citado 20 Apr 2023];43(5):284–99. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23485730/>
  15. Dembowski SC, Westrick RB, Zylstra E, Johnson MR. Treatment of hamstring strain in a collegiate pole-vaulter integrating dry needling with an eccentric training program: a resident's case report. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2013 [citado 22 May 2023];8(3):328. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23772348/>
  16. Van der Horst N, Van de Hoef S, Reurink G, Huisstede B, Backx F. Return to Play After Hamstring Injuries: A Qualitative Systematic Review of Definitions and Criteria. *Sports Medicine* [Internet]. 2016 [citado 3 May 2023];46(6):899–912. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26767837/>
  17. Netter FH. *Atlas de anatomía humana*. 7th. Ed. Barcelona: Elsevier; 2019.
  18. Siegel MG, Lubowitz JH, Brand JC, Rossi MJ. Evidence-Based Practice Should Supersede Evidence-Based Medicine Through Consideration of Clinical Experience and Patient Characteristics in Addition to the Published Literature. *Arthroscopy* [Internet]. 2023 [citado 17 May 2023];39(4):903–907. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36872029/>
  19. Sherry MA, Johnston TS, Heiderscheit BC. Rehabilitation of acute hamstring strain injuries. *Clin Sports Med* [Internet]. 2015 [citado 12 May 2023];34(2):263–284. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25818713/>
  20. Cuthbert M, Ripley N, McMahon JJ, Evans M, Haff GG, Comfort P. The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Med* [Internet]. 2020 [citado 5 Apr 2023];50(1):83. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36942028/>
  21. Kilcoyne KG, Dickens JF, Keblish D, Rue JP, Chronister R. Outcome of Grade I and II Hamstring Injuries in Intercollegiate Athletes: A Novel Rehabilitation Protocol. *Sports Health* [Internet]. 2011 [citado 5 May 2023];3(6):528–33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23016054/>
  22. Escala PEDro - PEDro [Internet]. 1999 [citado 4 Apr 2023]. Disponible en: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>

23. Cabello-López JB. Lectura crítica de la evidencia clínica. Barcelona: Elsevier; 2015.
24. Langley GB, Sheppard H. The visual analogue scale: its use in pain measurement. *Rheumatol Int* [Internet]. 1985 [citado 22 May 2023];5(4):145–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4048757/>
25. Dommerholt J, Bron C, Franssen J. Myofascial trigger points: an evidence-informed review. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy* [Internet]. 2006 [citado 14 Apr 2023] ;14 (4):203 – 221. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/289505749\\_Myofascial\\_trigger\\_points\\_an\\_evidence-informed\\_review](https://www.researchgate.net/publication/289505749_Myofascial_trigger_points_an_evidence-informed_review)

## 10. Anexo

**Tabla 5.** Búsqueda de estudios.

Bases de datos	Palabras de búsqueda	Resultados sin limitaciones	Ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, metaanálisis	En los últimos 10 años
Pubmed	((((hamstring injury[MeSH Terms] OR (hamstring tear[MeSH Terms])) AND (running[MeSH Terms])) NOT (football[MeSH Terms])) NOT (rugby[MeSH Terms])	116	28	23
	(("Hamstring Muscles"[Mesh]) AND "Athletes"[Mesh]) NOT ( "Football"[Mesh] OR "Soccer"[Mesh] )	93	27	27
PEdro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abstrat &amp; title: hamstring injury</li> <li>- Therapy: strength training</li> <li>- Body part: thigh or hip</li> <li>- Subdiscipline: musculoskeletal</li> <li>- Published since: 2013</li> </ul>	25	25	19
Biblioteca Cochrane	Hamstring injury AND running NOT football (términos Mesh)	84	84	70
	((hamstring injury) AND (athletes)) AND NOT (football) (términos Mesh)	54	54	43
Scielo	((hamstring injury) AND (running)) AND NOT (football) (términos Mesh)	1	1	1
	((hamstring injury) AND (athletes)) AND NOT (football) (términos Mesh)	0	0	0
Scopus	(Hamstring AND injury) AND (running) NOT (football) (términos Mesh)	431	397	33
	((hamstring injury) AND (athletes)) AND NOT (football) (términos Mesh)	2	0	0
Science Direct	hamstring injury AND running AND eccentric NOT football NOT rugby NOT cricket NOT baseball NOT tendon NOT soccer	208	143	76
	hamstring injury AND athletes AND eccentric NOT football NOT rugby NOT cricket NOT baseball NOT tendon NOT soccer	213	130	70

**Tabla 6.** Características de las intervenciones mediante la rehabilitación de isquiotibiales mediante trabajo excéntrico realizadas en los estudios de esta revisión.

Autor, año y país	Tipo de diagnóstico / tipo de lesión	Frecuencia Días/semana	Ejercicios, volumen e intensidad	Supervisión
Askling C, et al. 2014, Suecia (12).	RM, examen clínico, test de elevación de la pierna recta, prueba H de Askling	3 días/semana	<p><b>Protocolo L</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L-1: El extensor: 2 veces/día 3 s x 12 reps</li> <li>- L-2: El buceador: 1 vez/ cada 2 días 3 s x 6 reps</li> <li>- L-3: El deslizador: 1 vez/cada 3 días 3 s x 4 reps</li> </ul> <p><b>Protocolo C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- C-1: Estiramiento-contracción-relajación: 2 veces/día 3 s x 4 reps</li> <li>- C-2: Péndulo de cable: 1 vez/cada 2 días 3 s x 6 reps</li> <li>- C-3: Elevación pélvica: 1 vez/cada 3 días 3 x 8 reps</li> </ul>	Si
Dembowski S et al. 2013, EEUU (15).	Examen clínico, escalas	3 veces/semana	<p>Programa de rehabilitación para individuos en el grupo de agilidad progresiva y estabilización del tronco (PATS).</p> <p>Fase 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasos laterales de intensidad baja a moderada, 3×1min</li> <li>- Paso lateral con la pierna de apoyo por encima de la pierna de guía y luego por debajo de la pierna de guía, en ambas direcciones, 3×1min</li> <li>- Pasos hacia delante y hacia atrás de intensidad baja a moderada sobre una línea de cinta mientras se mueve lateralmente, 2×1min</li> <li>- Ponerse de pie con una sola pierna progresando de ojos abiertos a ojos cerrados, 4×20 seg</li> <li>- Puente de cuerpo abdominal erguido (se realiza utilizando los músculos abdominales y de la cadera para mantener el cuerpo en posición boca abajo con la espalda recta y los codos y los pies como único punto de contacto), 4×20 seg</li> <li>- Puente de extensión supina (se realiza utilizando los músculos abdominales y de la cadera para mantener el cuerpo en posición supina con la cabeza, la parte superior de la espalda, los brazos y los</li> </ul>	Si

			<p>pies como único punto de contacto), la parte superior de la espalda, los brazos y los pies como puntos de contacto), 4×20 seg</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puente lateral, 4×20 seg a cada lado (Figura 3)</li> <li>- Ice en sedestación prolongada durante 20 min</li> </ul> <p>Fase 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Salidas laterales de intensidad moderada a alta, 3×1min</li> <li>- Pasos en espiral de intensidad moderada a alta, 3×1min</li> <li>- Pasos hacia delante y hacia atrás de intensidad moderada a alta mientras se desplaza lateralmente, 2×1min</li> <li>- Tocos en espiral con una sola pierna de pie, 4×20 seg de toques repetitivos con manos alternas (Figura 4)</li> <li>- Estabilización de flexiones con rotación del tronco (se realiza comenzando en la parte superior de una flexión completa, luego se mantiene esta posición con una mano mientras se rota el pecho hacia el lado de la mano que se está levantando para apuntar hacia el techo, Pausa y vuelta a la posición inicial), 2×15 repeticiones a cada lado</li> <li>- Pies rápidos en el sitio (se realiza trotando en el sitio a velocidad creciente, levantando el pie sólo unos centímetros del suelo), 4×20 seg</li> <li>- Facilitación neuromuscular perceptiva con Thera-Band, 2×15 a la derecha y a la izquierda-Práctica sin síntomas sin maniobras de alta velocidad</li> </ul>	
--	--	--	--	--

Hickey et al. 2020, Australia (11).	Examen clínico, elevación pasiva de la pierna recta y ecografía	2 veces/semana	<p>3 series por sesión de cada ejercicio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puente bilateral de isquiotibiales, de 10 a 12 repeticiones. En caso de no tener dolor, progresar a puente isquiotibial unilateral, de 8 a 10 repeticiones</li> <li>- Extensión bilateral de cadera a 45°, de 8 a 10 repeticiones. En caso de no tener dolor, progresar a extensión unilateral de cadera a 45°, de 6 a 8 repeticiones, añadir resistencia de 5 kg si se consigue toda la amplitud y no hay dolor</li> <li>- Deslizamiento excéntrico bilateral, de 6 a 8 repeticiones. En caso de no tener dolor, progresar a deslizamiento excéntrico unilateral, de 4 a 6 repeticiones y al ejercicio nórdico para isquiotibiales, de 4 a 6 repeticiones, que se podrá añadir resistencia de 5 kg si tenemos toda la amplitud y no hay dolor</li> </ul>	si
Hickey et al. 2022, Australia (8).	Examen clínico, elevación pasiva de la pierna recta y ecografía	2 veces/semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isométrico de flexión de rodilla a 0º/0º con poleas (Decúbito supino)</li> <li>- Isométrico de flexión de rodilla a 90º/90º con poleas (Decúbito supino)</li> <li>- Excéntrico de alta intensidad basado en el ejercicio des deslizador bilateral buscando la amplitud del movimiento de flexión excéntrico completo de rodilla con poleas (Decúbito supino)</li> <li>- Deslizador unilateral con poleas (Decúbito supino)</li> <li>- Ejercicio nórdico de isquiotibiales o NHE</li> </ul>	Si
Mendiguchia et al. 2017, España (9).	Examen clínico, elevación pasiva de la pierna recta y ecografía	4 veces/semana	<p><b>Protocolo PR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L-1: El extensor: 2 veces/día 3 s x 12 reps</li> <li>- L-2: El buceador: 1 vez/ cada 2 días 3 s x 6 reps</li> <li>- L-3: El deslizador: 1 vez/cada 3 días 3 s x 4 reps</li> </ul> <p><b>Protocolo AR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase aguda: prevenir inflamación (RICE), prevenir rerupturas en el lugar de la lesión (inmovilización), movilización lumbo-pélvica</li> <li>- Fase subaguda/regeneración: mejorar la fuerza y simetría (isométricos propensas a 15º de flexión de rodilla), mejorar la flexibilidad de los isquiotibiales de ambas piernas (estiramientos estáticos y dinámicos), mejorar los flexores de cadera de ambas piernas y mejorar el control neuromuscular.</li> <li>- Fase funcional: aumentar la longitud óptima de los isquiotibiales, disminuir asimetrías entre las piernas en cuanto a longitud y extensión concéntrica de cadera.</li> </ul>	Si

			N.º de fase	Grupo PATS	Grupo PRES	
			1	Movimientos de agilidad y estabilización del tronco en los planos transversal y sagital	Trote de zancada corta y ejercicios isométricos	
2	Aumento de los ejercicios de la fase 1	Incorporo ejercicios excéntricos y concéntricos				
3	Aumento la velocidad y/o resistencia de los ejercicios de agilidad en los planos frontal y transversal	Incorporo un fortalecimiento excéntrico intenso con un componente de potencia				
Silder A et al. 2013, EEUU (14).	RM, Examen cínico	5 días/semana				Si
Vermulen R et al. 2022, Qatar (6).	RM, examen clínico, test de elevación pasiva de la pierna recta	5 días/semana	<p><b>G alargamiento temprano:</b> El buceador, el extensor y el deslizador (protocolo de Askling)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase 1 de fisioterapia: ejercicios de baja carga y los ejercicios de alargamiento. <ul style="list-style-type: none"> <li>o Criterios para pasar de Fase: sentadilla a una pierna sin dolor y 5 minutos de bicicleta estática a una potencia del 150% del peso corporal en vatios</li> </ul> </li> <li>- Fase 2 de fisioterapia: protocolo de carrera y ejercicios de la fase 1. <ul style="list-style-type: none"> <li>o Criterios para pasar a la fase 3: correr sin dolor a más del 70% de la velocidad máxima autoevaluada.</li> </ul> </li> <li>- Fase 3 de fisioterapia: protocolo de carrera y el ejercicio T-drill modificado. Se introdujo el ejercicio nórdico para isquiotibiales y los ejercicios de las fases anteriores. <ul style="list-style-type: none"> <li>o Criterios para pasar a las fases específicas del deporte: ser capaz de correr sin dolor al 100% de la velocidad autocalificada tanto en la carrera lineal como en el T-drill modificado.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>G alargamiento tardío</b></p> <p>El buceador, el extensor y el deslizador (protocolo de Askling)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase 1 de fisioterapia: ejercicios de baja carga <ul style="list-style-type: none"> <li>o Criterios para pasar a la fase 2: sentadilla a una pierna sin dolor y 5 min de bicicleta estática a una potencia del 150% del peso corporal en vatios</li> </ul> </li> <li>- Fase 2 de fisioterapia: protocolo de carrera y los ejercicios de la fase 1.</li> </ul>			Si

			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criterios para pasar a la fase 3: correr sin dolor a más del 70% de la velocidad máxima autoevaluada.</li> <li>- Fase 3 de fisioterapia: ejercicios de alargamiento. Protocolo de carrera y se introdujo y avanzó el T-drill modificado. Ejercicio nórdico para isquiotibiales y los ejercicios de las fases anteriores.</li> <li>○ Criterios para avanzar a las fases específicas del deporte: ser capaz de correr sin dolor al 100% de la velocidad autoevaluada tanto en la carrera lineal como en el T-drill modificado.</li> <li>- Fase específica del deporte 4, 5 y 6 misma para ambos grupos: entrenamiento progresivo específico del deporte en el campo que imitaba situaciones de entrenamiento y juego. Se hace hincapié en la carrera, el sprint, el cambio de dirección y las habilidades específicas del deporte.</li> </ul>	
min: minutos; reps: repeticiones; s: series; seg: segundos.				

Tabla 7. Resumen de los artículos que se han incluido en la revisión.

Autor, año y país	Tipo de estudio	Muestra (tamaño, características)	Grupos de intervención GC / GI	Duración (meses)	Resultados: Vuelta a la práctica deportiva	Relesiones y abandonos en los estudios
Askling CM, et al. 2014, Suecia (12).	Ensayo clínico controlado aleatorizado	<p>n= 62</p> <p><b>Protocolo L (n=28)</b>                      Edad (años) <math>21 \pm 4</math>                      Altura (cm) <math>178 \pm 9</math>                      Peso (kg) <math>71 \pm 9</math>                      Mujeres (%) /Hombres (%) 32/68</p> <p><b>Protocolo C (n=28)</b>                      Edad (años) <math>19 \pm 3</math>                      Altura (cm) <math>180 \pm 8</math>                      Peso (kg) <math>71 \pm 10</math>                      Mujeres (%) /Hombres (%) 32 % ♀/68 % ♂</p> <p><b>Protocolo RM negativa (n=8)</b>                      Edad (años) <math>20 \pm 3</math>                      Altura (cm) <math>177 \pm 10</math>                      Peso (kg) <math>70 \pm 9</math>                      Mujeres (%) /Hombres (%) 25 % ♀/75 % ♂</p>	<p>2 grupos</p> <p><b>Protocolo L n=28</b></p> <p><b>Protocolo C n=28</b></p> <p>Protocolo RM negativa</p>	12 meses	<p>Protocolo L = 49 días <math>\pm 26</math></p> <p>Protocolo C= 86 días <math>\pm 34</math></p> <p>Protocolo RM negativa = 15 días <math>\pm 4</math></p>	<p>Relesión: 2 relesiones en el protocolo C de tipo sprint</p> <p>Abandonos: Ninguno</p>

Dembowski S et al. 2013, EEUU (15).	Informe de caso	n= 1 Edad 18 años	<b>1 solo atleta</b>	4 meses	20 días	Relesión: Ninguna Abandonos: Ninguno
Hickey et al. 2020, Australia (11).	Ensayo clínico controlado aleatorizado	n= 43 <b>Grupo de rehabilitación en presencia de dolor</b> n= 21 Edad (años) 24.9 ± 5.3 Altura (cm) 182.2 ± 8.2 Peso (kg) 86.3 ± 9.2 <b>Grupo de rehabilitación en ausencia de dolor</b> n= 22 Edad (años) 27.4 ± 5.2 Altura (cm) 180.1 ± 7.5 Peso (kg) 86.5 ± 13.5	2 grupos  Grupo de rehabilitación en presencia de dolor  Grupo de rehabilitación en ausencia de dolor	6 meses	Grupo de rehabilitación en presencia de dolor: 15 días de mediana Grupo de rehabilitación en ausencia de dolor: 17 días de mediana	Relesión: 2 participantes del grupo de dolor al día 6 y 11 2 participantes del grupo sin dolor al día 50 y 67  Abandonos: No hubo resultados de 4 deportistas del grupo sin dolor y 1 del grupo en presencia de dolor tras la vuelta al deporte
Hickey et al. 2022, Australia (8).	Estudio de cohortes	n= 42 ♂ edad (años) 26 ± 5 altura (cm) 181 ± 8 peso (kg) 86 ± 12	1 grupo	6 meses	Una mediana de 15.5 días	Relesión: Ninguno Abandono: Ninguno
Mendiguchia et al. 2017, España (9).	Ensayo clínico controlado aleatorizado	n= 48 ♂ <b>Grupo del PR</b> n= 24 Edad (años) 22.9 ± 6.0 Altura (cm) 177 ± 9 Peso (kg) 72.7 ± 13.1  <b>Grupo del AR</b> n= 24 Edad (años) 24 ± 4.4 Altura (cm) 176 ± 7 Peso (kg) 74.1 ± 8.3	2 grupos  Grupo de algoritmo de rehabilitación (AR)  Grupo de protocolo de rehabilitación (PR)	6 meses	PR: 23.2 días ± 11.7 AR: 25.5 días ± 7.8	Relesión: 6 del grupo del protocolo de rehabilitación 1 del grupo del algoritmo de rehabilitación  Abandonos: 9 del grupo PR y 8 del AR por cambio de club deportivo tras la vuelta al deporte

Silder A et al. 2013, EEUU (14).	Ensayo clínico controlado aleatorizado	n= 29 <b>Grupo PATS</b> (n= 16) Edad (años) 31 ± 15 Mujeres / hombres: n= 5 ♀/ 11 ♂ <b>Grupo PRES</b> (n= 13) Edad (años) 30 ± 14 Mujeres / hombres: n= 1 ♀/ 10 ♂	2 grupos Grupo PATS Grupo PRES	12 meses	G PATS 27 días ± 10 G PRES 31 días ± 18	Relesión: 4 relesiones. 2 durante la rehabilitación y 2 en las primeras semanas  Abandonos: 2 en el periodo de rehabilitación, se recuperaron y no volvieron a lesionarse
Vermulen R et al. 2022, Qatar (6).	Ensayo clínico controlado aleatorizado	n= 88 ♂ <b>Grupo alargamiento temprano</b> n= 44 ♂ Edad (años) 26 ± 4 Lesión durante: Competición n=32 Entrenamiento n=12 Lesión grado 1 n= 20 Lesión grado 2 n= 24 <b>Grupo alargamiento tardío</b> n= 44 ♂ Edad (años) 25 ± 5 Lesión durante: Competición n=32 Entrenamiento n=12 Lesión grado 1 n= 18 Lesión grado 2 n= 26	2 grupos Grupo alargamiento temprano Grupo alargamiento tardío	12 meses	Grupo alargamiento temprano una mediana de 23 días Grupo alargamiento tardío una mediana de 33 días	Relesión: A los 2 meses: 6 nuevas lesiones, 3 de cada grupo. A los 6 meses: 3 lesiones, 1 del grupo de alargamiento precoz y 2 del tardío A los 12 meses: 3 nuevas lesiones, 2 del grupo de alargamiento precoz y 1 del tardío  Abandonos: Ninguno
Cm: centímetros; Kg: kilogramos; PR: protocolo de rehabilitación; AR: algoritmo de rehabilitación; ♂: hombre; ♀: mujer						